dem Herrn Claude Bernard hochachtungsvoll d. Verfasser

Beiträge zur Kenntniss vom Bau des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis L.*

Von

Prof. Dr. E. Reissner in Dorpat.

(Hierzu Taf. XIV. und XV.)

Längere Zeit hindurch mit Untersuchungen über die Structur der Centraltheile des Nervensystems der Wirbelthiere beschäftigt, entschloss ich mich endlich auch das Rückenmark des Neunaugen vorzunehmen, von dem Owsiannikow so sehr die Deutlichkeit gerühmt hatte, mit der das Verhalten der Spinalnervenwurzeln und der longitudinalen Fasern zu den Nervenzellen und der letzteren zu einander sich zeigen sollte.[1]) In den folgenden Blättern beabsichtige ich dasjenige mitzutheilen, was ich hierüber zu beobachten vermochte; ich kann jedoch nicht unterlassen, die Bemerkung vorauszuschicken, dass meine Mittheilungen nicht den Anspruch machen, überall die mögliche Grenze der Beobachtung erreicht zu haben, vielmehr müssen gegenwärtig noch manche Lücken übrig bleiben, welche von anderen Forschern oder auch von mir unter günstigeren Verhältnissen vielleicht schon in der nächsten Zukunft werden ausgefüllt werden. Dass ich dessen ungeachtet meine Untersuchungen, so weit sie eben gediehen sind, der Oeffentlichkeit übergebe, wird darin seine Erklärung finden, dass ich sie zum Theil als vollkommen zuverlässig ansehe, zum Theil nicht weiter fortsetzen mag, weil ich bei anderen Thieren günstigere Umstände zur Lösung allgemeiner Fragen zu finden hoffe, und weil es hier am Orte mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist, frische Neunaugen zu erhalten.

1) Disquisitiones microscopicae de medullae spinalis textura, imprimis in piscibus factitatae. Dorpati Livonorum, 1854. pag. 16 et 19.

Die von der gewöhnlichen höchst auffallend abweichende bandartige Gestalt des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis L.* findet sich nach J. Müller[1]) bei allen Cyclostomen wieder, und ist durch frühere Arbeiten, namentlich aber durch die Abbildungen von Querschnitten, welche Owsiannikow[2]) und Stilling[3]) geliefert haben, hinreichend bekannt. Die untere Fläche des Rückenmarkes bildet in longitudinaler Richtung eine flache mediane Furche, welche gegen das Gehirn hin völlig verschwindet und in ihrem Grunde nirgends eine Spur einer Fissur erkennen lässt. Entsprechend dieser Furche erhebt sich die obere Fläche in der Mitte am meisten und ermangelt ebenfalls einer Fissur. Owsiannikow spricht bei der Beschreibung von Querschnitten des Rückenmarkes von *Petromyzon* sowohl von einer „Fissura posterior", als auch von einer „Fissura anterior"; [4]) beide existiren aber in der That nicht, wie sich in der Folge ergeben wird. — Nach aussen nimmt das Rückenmark allmählig an Dicke ab und bildet endlich jederseits eine abgerundete Kante. Gegen das Gehirn hin wird es schmäler und dicker und nähert sich somit der cylindrischen Form, welche bei den übrigen Wirbelthieren mehr oder weniger vorherrscht. Gegen das Schwanzende nimmt es sowohl an Breite, als auch an Dicke ab, scheint jedoch kein eigentliches Filum terminale und keine Cauda equina zu besitzen, da es wenigstens noch einige Linien vor dem äussersten Schwanzende im Wesentlichen dieselbe Gestalt, wie etwa in der Mitte seiner Länge, und nur verminderte Dimensionen darbietet.

Als Umhüllung des Rückenmarkes findet sich eine derbe, ziemlich steife, leicht glänzende Haut, die ich für die Pia mater ansehen muss. Sie besteht aus der Länge nach parallel

1) Vergleichende Neurologie der Myxinoiden. Abhandlungen der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1838. Berlin 1839. S. 176.

2) A. a. O. Tab. III. Fig. 6.

3) Atlas mikroskopisch-anatomischer Abbildungen zu den neuen Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Vierte Lieferung. Cassel 1859. Taf. 28. Fig. 37. 39.

4) A. a. O. Seite 20.

verlaufenden Bindegewebssträngen, zwischen denen hin und wieder, bald reichlicher, bald spärlicher, meist spindelförmige, bisweilen dreieckige, kleine Zellen mit runden oder länglichrunden, granulirten Kernen, in denen nicht selten ein Pünktchen wie ein Kernkörperchen schärfer hervortritt, liegen. Von diesen Zellen laufen einfache oder sich theilende Fortsätze aus, welche bisweilen, von benachbarten Zellen kommend, mit einander in Verbindung treten (Fig. 12.). — Blutgefässe, die auch noch an Chromsäurepräparaten oft mit einer oder mehreren Reihen von Blutkörperchen gefüllt angetroffen werden, verbreiten sich in reichlichster Menge, namentlich an der inneren, dem Rückenmark zugewandten Fläche der Pia mater; unter ihnen finden sich nicht selten solche, deren Durchmesser viel geringer als der der Blutkörperchen ist. Sie bestehen zum grossen Theil blos aus einer structurlosen Membran, an deren innerer Fläche länglichrunde oder spindelförmige Kerne liegen; oft haften auch äusserlich der Membran solche Kerne oder Zellen von der oben angegebenen Beschaffenheit an (Fig. 13). — An der Pia mater bemerkte ich zuweilen undeutliche, kreisförmige Conturen, welche vielleicht Reste eines Epithels darstellten.

Die Dura mater lässt sich als zusammenhängende Haut von den Wandungen des Rückgratcanales abziehen und ist oben und an den Seiten durch einen weiten Zwischenraum, welcher der Dicke des Rückenmarkes ziemlich gleichkommt, von der Pia mater entfernt, hängt dagegen unten an manchen Stellen mit ihr zusammen. Der Zwischenraum zwischen der Pia mater und Dura mater wird von einem lockeren Gewebe ausgefüllt, das zum grössten Theil aus kugelförmigen oder durch gegenseitige Berührung polyedrischen Zellen besteht. Die Zellen haben nach meinen Messungen einen Durchmesser von 0,014‴ bis 0,033‴ und einen namentlich nach Zusatz von Kalilösung deutlich hervortretenden Kern, vielleicht auch ein Kernkörperchen. An der inneren Fläche der Zellenmembranen sitzen meist zahlreiche Tropfen fettiger Beschaffenheit, welche durch Behandlung mit Kali zum Theil schwinden und wahrscheinlich erst bei der Einwirkung der Chromsäure sich aus dem Zelleninhalte ausgeschieden haben (Fig. 14). — Zwischen diesen

Zellen finden sich hin und wieder eine geringe Menge einer streifigen Grundsubstanz in der Form schmaler Bänder und kleine spindelförmige oder dreieckige Zellen von ganz derselben Beschaffenheit, wie solche von den Zellen der Pia mater angegeben wurde. Stannius beschreibt die eben erwähnte Substanz, welche er „eine grauliche, weiche, sulzige Masse" nennt, mit folgenden Worten: „In einer zähen, formlosen Grundmasse finden sich grosse blasse Kugeln von $^1/_{30}$—$^1/_{70}'''$ Durchmesser. Sie sind sehr scharf conturirt, kugelrund oder elliptisch, sehr elastisch, matt weiss. Sie enthalten bald einen grossen Kern mit Kernkörper, bald feinkörnige, gelb oder schwarz pigmentirte Substanz oder grössere Tropfen, wie Oeltropfen aussehend. In der Grundmasse entwickeln sich in spindelförmige Fasern ausgezogene körnchenhaltige Kerne.[1])

An den Stellen, an welchen die Spinalnerven aus den Oeffnungen des Rückgratcanales, die den Foramina intervertebralia entsprechen, hervorkommen und zum Rückenmark treten, werden Canäle zu ihrer Aufnahme gebildet, indem die Dura mater sich bis zur Pia mater einstülpt und mit ihr verwachsen ist. Durch diese Canäle verlaufen die Fasern der oberen („hinteren") und unteren („vorderen") Wurzeln zu einem Bündel vereinigt bis zum äussersten Rande des Rückenmarkes, weichen dann als obere und untere Wurzelbündel, in denen die Fasern gleichzeitig nach vorn und hinten divergiren, auseinander. Sie liegen nun hart auf der Pia mater auf bis zu den Stellen, an welchen sie, die Pia mater durchbohrend, direct in's Rückenmark eintreten. Dieses Verhalten der Spinalnervenwurzeln, welche immer sehr fein sind und an der Eintrittsstelle in das Rückenmark aus einer einfachen Schicht neben einander liegender Fasern zu bestehen scheinen, erklärt wohl unter Berücksichtigung der Steifheit der Pia mater zur Genüge die Schwierigkeit, das Rückenmark von *Petromyzon* so zu isoliren, dass demselben noch die Spinalnerven anhangen. Löst man die Pia mater nicht ab, so gelangt man leichter dazu, jedoch bleiben

1) Handbuch der Zootomie. Zweiter Theil. Die Wirbelthiere. Zweite Auflage. Erstes Heft: Zootomie der Fische. Berlin, 1854. S. 126.

auch dann die Spinalnerven oft in den Durchtrittsöffnungen des Rückgratcanales zurück.

Bei der Untersuchung von Querschnitten des erhärteten[1]) Rückenmarkes sieht man, dass die Begrenzung der grauen Masse einigermassen dem Umfange des ganzen Rückenmarkes entspricht und von sog. vorderen und hinteren Hörnern, wie solche bei höheren Wirbelthieren gewöhnlich vorkommen, hier Nichts existirt. Die graue Masse bildet vielmehr einen quer verlaufenden, in der Mitte geknickten Streifen, der ungefähr gleichweit vom oberen und vom unteren Rande, oder genauer weniger weit vom letzteren entfernt ist und nach aussen hin lange die seitlichen Ränder des Rückenmarks nicht erreicht. In der Mitte des Querschnitts erscheint dieser Streif der grauen Masse von ziemlich beträchtlicher Breite, nach aussen verschmälert er sich alsbald bedeutend und nimmt darauf allmählig wieder eine grössere Breite an, um endlich abgerundet oder etwas zugespitzt ungefähr zwischen dem zweiten und letzten Drittel einer Hälfte zu enden. Von der verdickten Mitte des Streifes erstreckt sich eine allmählig breiter werdende Fortsetzung der grauen Masse bis zum unteren Rande des Schnittes herab (Fig. 1 n.). Nach Owsiannikow's Abbildung[2]) sollte man meinen, dass die graue Masse unmittelbar neben der Mitte am breitesten sei und dann nach aussen hin allmählig abnehme; ich kann hierin Owsiannikow eben so wenig beistimmen, wie darin, dass die innere Gruppe von sog. Müller'schen Fasern rings von grauer Masse umschlossen werde. Am deutlichsten zeigt sich die Abgrenzung der grauen Masse gegen die weisse, wie ich sie geschildert habe, im Schwanztheil des Rückenmarkes, in welchem die Müller'schen Fasern wenig oder gar nicht von den umgebenden Fasern an Durchmesser abweichen; die von der Mitte der grauen Masse ausgehende

---

1) Ueber die von mir befolgte Untersuchungsmethode werde ich an einem anderen Orte Ausführlicheres mittheilen; hier genüge die Bemerkung, dass sie eine Combination der von Hannover, Clarke und Gerlach gemachten Angaben ist.

2) A. a. O. Tab. III. Fig. VI.

Fortsetzung zur unteren Fläche des Rückenmarkes hat hier eine beträchtliche Breite. In dieser Fortsetzung der grauen Masse finde ich weder am Schwanztheil des Rückenmarkes, noch an anderen Stellen desselben irgend eine Andeutung einer Spalte (Fissura inferior s. anterior), vielmehr hängt dieselbe mit der umgebenden weissen Masse eben so innig zusammen, als die beiden Bestandtheile des Rückenmarkes überhaupt mit einander verbunden sind. Nach der entgegengesetzten Richtung sieht man häufig von der Mitte der grauen Masse einen feinen Streifen gerade zum oberen Rande des Schnittes verlaufen, gleichsam als wäre hier das Rückenmark durch eine senkrechte Scheidewand unter der Gestalt einer feinen Lamelle in zwei Hälften geschieden (Fig. 11.). Allein eine derartige, von vorn nach hinten sich erstreckende Scheidewand kann nicht vorhanden sein, da man kaum seltener Querschnitte zu beobachten Gelegenheit hat, in denen jede Spur eines solchen Streifen vermisst wird. Ich sehe daher keinen anderen Ausweg, als anzunehmen, dass eine Abgrenzung zwischen den beiden Hälften des Rückenmarkes über dem Centralcanal bloss dadurch zu Stande komme, dass von der grauen Masse, welche den Centralcanal umgiebt, einzelne Bindegewebsfasern oder Bündel senkrecht zur oberen Fläche des Rückenmarkes aufsteigen. Diese Annahme wird ausser Zweifel gesetzt durch die Beobachtung, dass an horizontalen Längsschnitten sich eine entsprechende Reihe grosser Punkte zeigt und an verticalen Längsschnitten, welche den Centralcanal enthalten, ganz besonders zahlreiche fadenförmige Ausläufer oder Fasern wahrgenommen werden, welche von der grauen Masse und vielleicht von den hier reichlich vorhandenen Bindegewebszellen ausgehen. Aber diese Ausläufer gehen von der grauen Masse sowohl nach oben, als auch nach unten, obgleich unterhalb des Centralcanales an Querschnitten ein solcher einfacher, halbirender Streif in der Regel nicht wahrgenommen wird. Dagegen ist zuzugeben, dass in der unterhalb des Centralcanales liegenden grauen Masse eine mehr oder weniger senkrecht absteigende Streifung, welche wenigstens zum Theil auf jene Ausläufer bezogen werden dürfte, deutlich wahrgenommen werden kann; bisweilen sieht man auch

von dem Epithel ausgehend einen oder selbst zwei bald sich verschmälernde Streifen, welche mit dem über dem Centralcanal befindlichen identisch zu sein scheinen. Einen Zusammenhang dieses letzten Streifens oder der Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes mit der Pia mater habe ich nie entdecken können. Wenn man auf einen Querschnitt, welcher den oberen Streifen mit genügender Deutlichkeit erkennen lässt, einen Druck ausübt, so ereignet es sich nicht selten, dass hin und wieder Lücken zwischen dem Streifen und der angrenzenden weissen Masse auftreten, jedoch habe ich sie nie zu einer zusammenhängenden, bis zur oberen Fläche des Rückenmarkes reichenden Spalte sich erweitern sehen und kann überhaupt hierin noch keinen Grund zur Annahme einer Fissura longitudinalis superior s. posterior finden, da Spalten hier nur künstlich hervorgebracht werden können.

Den Centralcanal finde ich im mittleren Theil des Rückenmarkes von länglichrundem oder eiförmigem Umfange (Fig. 1 a.); im letzteren Fall ist das spitze Ende nach oben, das stumpfe nach unten gekehrt. Am hinteren und am vorderen Ende des Rückenmarkes erscheint der Centralcanal kreisförmig. In den mittleren Theilen des Rückenmarkes bestimmte ich seinen grösseren Durchmesser zu 0,0076'''—0,0104''', seinen kleineren zu 0,003'''—0,0061'''; Owsiannikow giebt als Durchmesser des Centralcanales mit der Epithelialschicht überhaupt 0,0075''', ohne diese 0,0037''' an,[1]) Stilling sagt, indem er sich auf das höchste, von Owsiannikow mitgetheilte Maass bezieht, dass er den Canal auch grösser, bis zu 0,0086''' fand.[2]) — Der Centralcanal, rings von grauer Masse umgeben, liegt an den meisten Stellen der unteren Fläche des Rückenmarks näher als der oberen und nähert sich blos gegen das Gehirn hin der letzteren mehr. — Die Epithelialzellen, welche den Centralcanal umgeben, sind abgestumpfte Kegel und wenden ihre schmalen Enden nach innen, die breiten nach aussen; erstere bilden in ihrer normalen Länge einen zusammenhängen-

1) A. a. O. Seite 20.

2) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1859 Seite 27.

den inneren scharfen Saum, letztere enthalten einen runden, fein granulirten Kern.

Innerhalb des Centralcanales fand ich sehr häufig einen im Querschnitt kreisförmig begrenzt erscheinenden Strang, der, 0,0015''' im Durchmesser haltend, einem Achsencylinder sehr ähnlich aussieht und höchstens etwas stärker lichtbrechend ist (Fig. 1 b.). Da dieser Strang, wenn ich ihn überhaupt zu Gesicht bekam, stets von derselben Gestalt war, und nicht einmal jene Formverschiedenheiten darbot, welche die Axencylinder an Chromsäurepräparaten so häufig zeigen, kann ich nicht annehmen, dass er gleichbedeutend sei mit den unregelmässigen Massen, welche den Centralcanal bisweilen vollständig oder zum Theil erfüllen und im Rückenmark anderer Thiere oder des Menschen von mehreren Forschern erwähnt worden sind. Stilling erklärt einen derartigen Inhalt des Centralcanales für abgestossene Epithelialzellen oder Blutkörpercken,[1] Bidder und Kupffer für geronnenes Eiweiss der Cerebrospinalflüssigkeit.[2] Wenngleich ich gern zugebe, dass diese Substanzen alle dazu beitragen können, den Centralcanal auszufüllen, so muss ich doch die Betheiligung der Epithelialzellen und Blutkörperchen an der Zusammensetzung des von mir erwähnten Stranges auf das Bestimmteste in Abrede stellen. Sollte der Strang weiter nichts sein als ein Gerinnungsproduct der Cerebrospinalflüssigkeit, so würde die regelmässige, constante Gestalt höchst auffallend erscheinen, wenngleich sie in reducirtem Massstabe dem Lumen des Centralcanales einigermassen entspricht; auch müsste man dann annehmen, dass die chemische Beschaffenheit der Cerebrospinalflüssigkeit gleich oder sehr nahe verwandt wäre der Substanz, welche die Axencylinder bildet. Man könnte gegen den Strang als einen präformirten einwenden, dass er an Querschnitten nicht immer wahrzunehmen sei; wenn man aber bedenkt, dass der Strang einen viel geringeren Durchmesser besitzt, als der Centralcanal und ganz frei in demselben liegt, wird man einräumen müssen, dass er bei der

1) A. a. O. S. 19.

2) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und die Entwickelung seiner Formelemente. Leipzig 1857. S. 42.

Anfertigung sehr dünner Querschnitte leicht verloren gehen könne, wie denn auch, wenigstens am Rückenmark von *Petromyzon*, in querdurchschnittenen Nervenfasern der Axencylinder bisweilen vermisst wird und man in einem solchen Fall annehmen muss, dass er beim Schneiden herausgefallen sei. — Um über diesen Strang, auf den ich weiter unten wieder zurückkommen werde, zu einem Abschluss zu gelangen, würde es ohne Zweifel sehr förderlich sein, wenn man wüsste, wo und wie er anfängt und endigt; allein hierüber weiss ich weiter nichts mitzutheilen, als dass ich ihn sowohl in der Mitte des Rückenmarkes, als auch in den vorderen und hinteren Theilen immer von demselben Ansehen vorgefunden habe.

Die graue Masse besteht aus einer feiner granulirten oder deutlicher punktirten, hin und wieder streifigen Substanz, und aus Zellen von verschiedener Grösse und Bedeutung. Die Streifung der Substanz findet sich namentlich in der Fortsetzung der grauen Masse, welche vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes herabgeht, und wird hier bedingt theils durch gerade, theils durch divergirend herablaufende Linien, welche letztere bisweilen von anderen in gekreuzter Richtung geschnitten werden. Diese Linien haben höchst wahrscheinlich nicht alle eine gleiche Bedeutung; ich vermuthe nämlich, dass sie zum Theil Ausläufer von Bindegewebszellen, vielleicht auch von den Epithelialzellen, welche den Centralcanal umgeben, sind, zum Theil feinen Nervenfasern oder Axencylindern entsprechen. Eine stärkere Punktirung tritt immer nur spärlich auf und rührt höchst wahrscheinlich von vereinzelten longitudinal verlaufenden, querdurchschnittenen Nervenfasern oder deren Axencylinder her; auf solche kann jedoch die feine Granulation nicht zurückgeführt werden: sie ist jedenfalls eine Eigenthümlichkeit der Grundsubstanz, entweder eine normale oder eine durch die vorausgegangene Behandlung hervorgerufene.

Unter den Zellen lassen sich an den meisten Stellen des Rückenmarkes mit Leichtigkeit vier Arten unterscheiden. Zellen von den bedeutendsten Dimensionen finden sich an zwei verschiedenen Stellen; ich will sie als mittlere und äussere

grosse Nervenzellen bezeichnen. Die mittleren grossen Nervenzellen liegen immer im oberen Rande der grauen Masse, bald über der Contour desselben hervorragend, bald tiefer in die graue Masse eingesenkt, gewöhnlich etwas zur Seite von der Mittellinie, selten gerade in der Mitte oder etwas weiter nach aussen (Fig. 1 d.). Meist enthält ein Querschnitt des Rückenmarkes nur eine derartige Zelle, bisweilen aber auch zwei und dann gewöhnlich eine auf jeder Seite der Mittellinie; letzteres fand ich häufig im vorderen, einige Male aber auch im hinteren Theil des Rückenmarkes. In Querschnitten aus den mittleren Theilen zeigten die Zellen einen längeren Durchmesser von 0,0150'''—0,0225''' und einen kürzeren von 0,0127''' bis 0,0153'''; ersterer entspricht der Breite, letzterer der Dicke der Zellen; jener liegt meist wagerecht, höchst selten nur schräg oder gar senkrecht, dieser meist senkrecht im Verhältniss zum ganzen Rückenmark. Der meist länglichrunde oder eiförmige Umriss der Zellen im Querschnitt erscheint mitunter an einer oder mehreren Stellen wie mit einem scharfen Ausschnitt versehen; solche unregelmässige Formen, die im Ganzen selten auftreten, schreibe ich der Einwirkung der Chromsäure zu und bemerke noch, dass den Ausschnitten Lücken zwischen den Zellen und der umgebenden Masse entsprechen. Eine Zellenmembran ist nicht nachweisbar, die Substanz der Zellen erscheint fein granulirt und wird durch Carmin lebhaft roth gefärbt. Der Zellenkern, gewöhnlich länglichrund, 0,0087'''—0,012''' im Durchmesser haltend, ist ursprünglich wohl immer homogen, in Chromsäurepräparaten meist mit mehr oder weniger zahlreichen Körnchen und einem in der Regel deutlichen, runden Kernkörperchen versehen. An recht dünnen Schnitten nimmt sich der Kern, der gar nicht selten unregelmässig verschrumpft angetroffen wird, heller aus, als die umgebende Substanz der Zelle. Nur höchst selten bemerkte ich in Querschnitten einen wagerecht nach aussen oder senkrecht nach oben gehenden Fortsatz, dessen Länge höchstens dem grösseren Durchmesser der Zelle gleichkam; in der Regel fehlen solche Fortsätze. Stilling sagt von diesen Zellen: „die grauen Hinterhörner sind gewissermassen nur durch diese Nervenzellen bei

Petromyzon repräsentirt,"[1]) wofür mir jedoch nicht hinreichende Gründe vorzuliegen scheinen.

Die äusseren grossen Nervenzellen liegen in den äusseren, erweiterten Enden der grauen Masse und bilden meist den überwiegenden Bestandtheil derselben (Fig. 1 ff.); bisweilen aber fehlen sie hier auch ganz, was namentlich an Querschnitten des hinteren Endes des Rückenmarkes wahrgenommen wird. Aber auch in den mittleren Theilen des Rückenmarkes ist ihre Menge sehr variabel, bisweilen sieht man in einem Querschnitt auf einer Seite 4, 5—6 grosse Nervenzellen, und auf der anderen vielleicht nur eine oder gar keine. Sind sie zu mehreren vorhanden, so nehmen sie entweder bloss die äusserste Ecke der grauen Masse ein oder dehnen sich von da an auch noch längs des oberen oder unteren Randes der grauen Masse mehr oder weniger weit nach innen, gewöhnlich aber nicht weiter als bis zu der nächsten inneren Müller'schen Faser. Ihr längster Durchmesser liegt meist wagerecht, selten senkrecht oder in irgend einer schiefen Richtung im Verhältniss zum ganzen Rückenmark. In Bezug auf ihre Gestalt lässt sich im Allgemeinen nur sagen, dass sie fast immer langgestreckt, sehr häufig spindelförmig oder unregelmässig drei-, vier-, fünf- oder sechseckig ist. Gewöhnlich findet man in Querschnitten mehrere Fortsätze, bis sechs von einer Zelle ausgehend; sie sind jedoch in den meisten Fällen nur über kurze Strecken zu verfolgen. Bei der bedeutenden Grösse der Zellen ist es kaum möglich, aus der Untersuchung von Querschnitten allein die eigentliche Anzahl der Fortsätze zu ermitteln, da man nie weiss, wie viel von irgend einer Zelle beim Schneiden verloren gegangen ist; ausserdem werden durch die Einwirkung der Chromsäure nicht selten Formen hervorgerufen, welche die Vermuthung erregen, dass an gewissen Stellen Fortsätze erscheinen, die in der That nicht existiren. Die mittleren grossen Nervenzellen liefern, wie bereits oben angedeutet wurde, am entschiedensten den Beweis, dass solche Formen häufig nur der Einwirkung der Chromsäure zuzuschreiben sind. — Abgesehen von

1) A. a. O. S. 849.

der verschiedenen Gestalt und Lagerung bieten die äusseren grossen Nervenzellen eine vollständige Uebereinstimmung mit den mittleren dar, wenigstens habe ich keine wahrnehmbare Verschiedenheit entdecken können. Ihre Länge beträgt 0,015''' bis 0,025''', ihre Breite 0,0055'''—0,0075'''; ihre Kerne haben einen längeren Durchmesser von 0,0066'''—0,010''' und einen kürzeren von 0,0051'''—0,0076'''; das Kernkörperchen misst 0,0020'''—0,0025''' im Durchmesser. Owsiannikow bestimmt die Breite dieser Zellen zu 0,007''', die Länge zu 0,011'''.[1]) Stilling sagt: „So finden wir bei *Petromyzon* in den grauen Vorderhörnern Nervenzellen von $^1/_{100}$''' oder $^1/_{150}$''' bis $^1/_{15}$''' im grössten Durchmesser, die sogenannten spindelförmigen Zellen;“[2]) den Durchmesser der Kerne giebt er zu $^1/_{300}$''' bis $^1/_{50}$''', die Kernkörperchen zu $^1/_{1500}$''' bis $^1/_{300}$''', selbst $^1/_{250}$''' an.

Was nun die von diesen grossen Nervenzellen ausgehenden Fortsätze im Besonderen betrifft, so sagt Owsiannikow über sie: „Ab unaquaque cellula, id quod plane animadvertere possumus, una fibra ad partem anteriorem, altera ad posticam porrigitur, quo facto ambae e medulla spinali proveniunt, nervi spinalis radices appellatae,“ und weiter: „Praeterea e quavis cellula tertius oritur ramulus, qui ad alteram medullae partem transgressus, uni ex cellulis hic positis conjungitur.“ Unter mehr als 300 wohlgelungenen Querschnitten aus verschiedenen Stellen des Rückenmarkes habe ich nicht einen zu untersuchen Gelegenheit gehabt, der der eben mitgetheilten Schilderung vollkommen entsprochen hätte. Am häufigsten sind die Fortsätze der Zellen so kurz abgebrochen, dass man aus Querschnitten über ihren weiteren Verlauf nichts ermitteln kann; man darf daher annehmen, dass derselbe in den meisten Fällen die transversale Richtung nicht genau einhält. Aber es kommen doch auch Fälle vor, in denen die Fortsätze über längere Strecken in einem Querschnitt erhalten sind. Ich beobachtete öfter ganz unzweifelhaft, dass von einer der grossen Nervenzellen ein Fortsatz nach aussen und unten gegen den unteren

1) A. a. O. S. 22.
2) A. a. O. S. 847 u. 848.

Rand des Schnittes sich erstreckte (Fig. 1 l., Fig. 2 e., Fig. 3 h.). Ein solcher Fortsatz verschmälerte sich meist allmählig so sehr, dass er nicht bis zum entsprechenden Rande verfolgt werden konnte; jedoch möchte ich glauben, dass diese bedeutende Verschmälerung häufig bloss durch das Schneiden hervorgerufen ist. Den nach aussen und unten strebenden Zellenfortsätzen sieht man nicht selten einige Axencylinder der unteren Nervenwurzeln entgegenkommen, ohne dass die einen in die anderen übergingen (Fig. 2 e. g.). Nur ein einziges Mal ist es mir möglich gewesen, einen Zellenfortsatz bis über den unteren Rand hinaus, also bis in eine Wurzelfaser zu verfolgen (Fig. 3 h.). Das ist das Aeusserste, was ich über den Zusammenhang der grossen Nervenzellen mit den unteren Spinalnervenwurzeln beobachtet habe. Dieses wenig befriedigende Resultat schreibe ich besonders dem Umstande zu, dass man bei Anfertigung von Querschnitten es zum Theil dem Zufall überlassen muss, ob man gerade die Eintrittsstelle der Wurzeln treffen werde, oder, wenn dem so ist, dass dann auch die eintretenden Wurzelfasern genau die Querrichtung verfolgen. Nach meinen Untersuchungen muss also für *Petromyzon* die Behauptung, dass jede Faser jeder vorderen oder unteren Spinalwurzel mit einer grossen Nervenzelle in Verbindung trete, so wahrscheinlich sie auch immerhin sein mag, noch erst bewiesen werden. Mitunter habe ich grosse Nervenzellen beobachtet, von denen mehr als ein Fortsatz nach der oben bezeichneten Richtung abging; allein da diese Fortsätze immer nur kurz waren, wage ich es nicht zu behaupten, dass sie alle in Wurzelfasern überzugehen bestimmt seien.

Zweitens sah ich zu wiederholten Malen von den grossen Nervenzellen je einen Fortsatz nach unten und innen verlaufen; nur selten ist es mir aber gelungen, ihn bis über die Mitte des Rückenmarkes zu verfolgen (Fig. 3 i.), und nie bis zu einer grossen Nervenzelle der anderen Hälfte. Gewöhnlich gehen diese Fortsätze unter die inneren Müller'schen Fasern weg, selten schlängeln sie sich zwischen dieselben hindurch (Fig. 3 l.) und nie sah ich sie über den Centralcanal verlaufen. Wenn sie überhaupt an einem Querschnitt existirten, konnte ich meist

von derselben Zelle keinen zweiten Fortsatz in grösserer Ausdehnung verfolgen; in einigen Fällen habe ich mich jedoch mit völliger Sicherheit davon überzeugt, dass nach innen und unten und nach aussen und unten gehende Fortsätze von einer und derselben Zelle entspringen können (Fig. 3 f. i. h., Fig. 2 d. e. f.). Ich bin der Ansicht, dass dieses Verhalten das normale ist und nur der bedeutenden Grösse der Zellen und des unregelmässigen Verlaufes der Fortsätze wegen selten in einem und demselben Querschnitt zur Beobachtung kommt. — Häufig findet man unter den Müller'schen Fasern von einer Seite zur anderen verlaufende, bald kürzere, bald längere Axencylinder, deren Zusammenhang mit Nervenzellen aber nicht mehr erkannt werden kann. Sie sind ohne Zweifel gleichbedeutend mit den eben erwähnten Fortsätzen der Zellen und können wie diese als Fasern der vorderen Commissur bezeichnet werden.

Drittens beobachtete ich sehr häufig, namentlich an Querschnitten aus dem hinteren Theile des Rückenmarkes, dass Axencylinder von dem äusseren Rande der grauen Masse entweder gerade nach aussen oder nach aussen und oben, oder nach aussen und unten verlaufen (Fig. 3 g. g' g'); gewöhnlich hören auch sie schon in grösserer oder geringerer Entfernung vom Rande des Schnittes auf, bisweilen sah ich sie aber sehr nahe an diesen herantreten. In einigen Fällen überzeugte ich mich, dass sie Fortsätze der grossen Nervenzellen sind (Fig. 3 g.). Ueber ihr weiteres Verhalten kann ich nur die Vermuthung aussprechen, dass sie in die longitudinale Richtung übergehen dürften; es fehlt mir jedoch hierfür jede auch bloss andeutende Wahrnehmung. Ueber diese Fasern, die jedenfalls nervöser Natur sind, finde ich weder bei Owsiannikow noch bei Stilling irgend eine Angabe. Soll ich sie nach den Beobachtungen über den Bau des Rückenmarkes anderer Thiere oder des Menschen beurtheilen, so gehören sie offenbar zu dem sogenannten radiären Fasersystem, das von allen Anatomen, welche sich mit der Untersuchung des Rückenmarkes beschäftigt haben, wahrgenommen worden ist, aber nicht immer eine gleiche Deutung erfahren hat. Bidder und Kupffer erklären

es für Bindegewebe,[1]) Clarke für Gefässe,[2]) Lenhossék bezeichnet es als Systema nervosum radiale und „als den eigentlichen centralen Theil des Plexus nervosus piae matris Purkynei“;[3]) nach Kölliker würde es durch Ausstrahlung der vorderen Nervenwurzelfasern gebildet sein und in directer Verbindung mit den longitudialen Fasern der Seitenstränge stehen;[4]) Schröder van der Kolk sagt hierüber: „Diese quer ausstrahlenden Fasern sind also die Communicationswege der vorderen und seitlichen Markbündel mit der grauen Substanz, oder vielmehr mit den Ganglienzellen, aus denen die Nervenwurzeln entspringen.“[5]) Bei Säugethieren bestehen in der That bisweilen radiäre Ausstrahlungen von der grauen Masse bloss aus Blutgefässen oder aus solchen und aus spärlichem Bindegewebe, häufig aber auch bloss aus Nervenfasern, von denen die eine oder die andere in unzweifelhafter Verbindung mit einer der grossen Nervenzellen des Vorderhorns gesehen werden kann. Bei *Petromyzon* fand ich in den Ausstrahlungen von Bindegewebe und Blutgefässen keine Spur, sondern nur Axencylinder oder Nervenzellenfortsätze, über deren weiteren Verlauf ich Kölliker's und Schröder van der Kolk's Angaben als Hypothese gelten lassen mag. Fortsätze der grossen Nervenzellen, welche sich entschieden nach oben gegen die Eintrittsstelle der oberen Nervenwurzeln erstreckten, habe ich niemals wahrgenommen.

Kleinere Zellen, welche ich ebenfalls für Nervenzellen

---

1) A. a. O. S. 48.

2) Researches into the structure of the spinal Chord. Philosophical Transactions for the year MDCCCLI. Part II. London 1851. p. 615.

3) Neue Untersuchungen über den feineren Bau des centralen Nervensystems des Menschen. I. Medulla spinalis und deren Bulbus rhachiticus. 2. vermehrte Auflage. Wien 1858. Seite 41.

4) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Leipzig 1859. S. 287.

5) Bau und Functionen der Medulla spinalis und oblongata und nächste Ursache und rationelle Behandlung der Epilepsie. Aus dem Holländischen übertragen von Dr. F. W. Theile. Braunschweig 1859. S. 43.

ansehen muss, finden sich in der grauen Masse stets in beträchtlicher Menge; sie liegen theils zwischen den grossen äusseren Nervenzellen, theils erstrecken sie sich weiter nach innen bis in die Nähe des Centralcanales und treten vereinzelt auch in der Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes auf. Sie haben eine Länge von 0,0062'''—0,0127''' und eine Breite von 0,0060'''—0,0102''', Kerne von 0,0045''' - 0,0051''' und Kernkörperchen von 0,0010''' im Durchmesser. Mit den grossen äusseren Nervenzellen stimmen sie in den meisten Beziehungen überein; nur fand ich ihre Form überwiegend spindelförmig, ihre Fortsätze in geringerer Anzahl und von geringerer Breite, nach der Behandlung mit Carminlösung waren sie schwächer gefärbt, ohne diese heller als die grossen Nervenzellen (Fig. 1 g.). Es war mir auffallend, dass bisweilen weit entfernt von den grossen äusseren Nervenzellen eine kleine mit Kern und Kernkörperchen versehene Zelle, die also wohl nicht bloss ein Stück einer grossen sein konnte, so dunkel oder so intensiv gefärbt erschien als die grossen Nervenzellen (Fig. 1 p.). Ob hiernach unter den kleinen Nervenzellen zwei Arten angenommen werden sollen, wage ich nicht zu entscheiden. Ueber die Fortsätze dieser Zellen habe ich ihrer geringen Dimensionen wegen nur wenig ermitteln können; innerhalb der grauen Masse liessen sie sich bisweilen ziemlich weit verfolgen, dagegen verschwanden sie fast immer sogleich, wenn sie in die weisse Masse gedrungen waren; nur einige wenige Male sah ich sie entschieden die Richtung gegen die Eintrittsstelle der hinteren Wurzeln nehmen und nur in einem einzigen Präparate konnte ich einen Fortsatz von einer kleinen Nervenzelle bis an die Peripherie des Rückenmarkes, an welcher eine obere oder hintere Wurzel hing, verfolgen (Fig. 6 e.). In einem anderen Fall sah ich einen Fortsatz einer kleinen Nervenzelle, welche in geringer Entfernung nach aussen von den inneren Müller'schen Fasern lag, längs des oberen Randes der grauen Substanz bis in die Nähe des Centralcanales verlaufen; er würde, in derselben Richtung fortschreitend, eine Faser der hinteren Commissur gebildet haben (Fig. 4 c. d.). Owsiannikow und Stilling haben, wie es scheint, diese

kleinen Nervenzellen ganz übersehen; denn wollte ich annehmen, dass sie dieselben mit den grossen äusseren Nervenzellen identificirt hätten, so würde die Zahl der Nervenzellen, welche in ihren Abbildungen enthalten sind, viel zu gering sein. Letzteres gilt auch von der Abbildung, welche Virchow geliefert hat,[1]) obgleich er ausdrücklich auch kleinere Nervenzellen erwähnt, indem er sagt: „Nach aussen in der grauen Substanz liegen vielstrahlige, nach vorn grössere, nach hinten kleinere und einfachere Zellen;"[2]) weiter oben aber heisst es: „Was wir bei uns graue Substanz nennen, das findet sich auch hier wieder zu beiden Seiten in der Gestalt je eines plattlänglichen Lappens, welcher einzelne Ganglienzellen, aber nur sehr wenige, enthält, so dass man auf jeder Seite des Querschnitts vielleicht nur 4—5 davon findet."[3]) Owsiannikow, von dem ich, wie bereits bemerkt wurde, annehmen muss, dass er die kleinen Nervenzellen, von denen höchst wahrscheinlich allein Fasern zu den oberen Wurzeln ausgehen, nicht gesehen hat, behauptet dessen ungeachtet, Fasern dieser Wurzeln in Verbindung mit Nervenzellen deutlich wahrgenommen zu haben;[4]) da er aber von eben denselben Zellen auch die Fasern der unteren Wurzeln entspringen lässt, was ich nie gefunden habe, so weiss ich meine Beobachtungen mit den seinen nicht in Einklang zu bringen. Owsiannikow bemerkte in einigen Fällen auch Fasern der hinteren Commissur, meint jedoch, dass sie nur deshalb über dem Centralcanal gelegen hätten, weil unter demselben der erforderliche Raum gefehlt hätte.[5]) Ich kann nicht umhin, zu gestehen, dass mir diese Deutung eine durchaus willkürliche und gezwungene zu sein scheint. Eine wirkliche obere Commissur habe ich an Querschnitten nicht beobachten können, dagegen sah ich mehrere Male mit völliger Deutlich-

---

1) Die Cellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Zweite, neu durchgesehene Auflage. Berlin 1859. Fig. 92. Seite 247.

2) A. a. O. S. 248.

3) A. a. O. S. 247.

4) A. a. O. S. 22.

5) A. a. O. S. 23.

keit, dass Fortsätze der kleinen Nervenzellen die Richtung über den Centralcanal weg nehmen. Das entschiedenste Beispiel der Art habe ich genau nach der Natur gezeichnet (Fig. 4 c. d.). Hiernach halte ich mich für überzeugt, dass, wenn überhaupt eine obere Commissur vorkommt, sie durch Fortsätze der kleinen und nicht der grossen äusseren Nervenzellen gebildet werde. — Nach dem über diese kleinen Zellen Mitgetheilten wird es keinem Zweifel weiter unterworfen sein können, dass sie wirklich Nervenzellen sind; ich will noch hinzufügen, dass, wenn man mit der Untersuchung des Rückenmarkes auf Querschnitten bis zur Medulla oblongata hinaufsteigt, man endlich Präparate erhält, in denen in einer continuirlichen Bogenlinie radiär stehende Zellen angetroffen werden, von denen die innersten sehr gross und entschieden Nervenzellen sind, und dass an sie sich unmittelbar kleinere Zellen schliessen, welche mit den oben beschriebenen völlig übereinstimmen, häufig aber sehr lange Fortsätze erkennen lassen; auf diese folgen abermals grosse Nervenzellen. So gelangt denn die im Rückenmark selbst ziemlich unregelmässige Vertheilung der inneren und äusseren grossen und der kleinen Nervenzellen in der Medulla oblongata zu einer regelmässigen, reihweisen Anordnung. — Gegen das hintere Ende des Rückenmarkes nehmen die grossen äusseren Nervenzellen an Menge ab und verschwinden endlich ganz, so dass dann die kleineren Nervenzellen allein oder mit den inneren grossen Nervenzellen zusammen in einem Querschnitt angetroffen werden. Da das Verschwinden der grossen äusseren Nervenzellen an Stellen des Rückenmarkes, welche noch Nervenwurzeln abgeben, bedenklich erscheinen dürfte, könnte man auch annehmen, dass sie bei gleicher functioneller Bedeutung hier in kleinen Dimensionen auftreten und so schwieriger oder gar nicht mehr von den übrigen Nervenzellen unterschieden werden können. In den mittleren Theilen des Rückenmarkes ereignet es sich gar nicht selten, dass ein Querschnitt in der grauen Masse einer Hälfte bloss kleine Nervenzellen darbietet.

Als vierte Art von Zellen, welche in der grauen Masse angetroffen werden, sind die sogenannten Bindegewebskör-

perchen zu betrachten. Sie haben viel geringere Dimensionen als die kleinsten Nervenzellen, indem sie eine Länge von 0,0025'''—0,0030''' und eine Breite von 0,0015'''—0,0030''' darbieten. Untersucht man sie an Querschnitten, ohne sie isolirt zu haben, so erkennt man in der Regel nur ihre Kerne, welche kreisförmig oder länglichrund von Gestalt und scharf contourirt sind; in ihnen erkennt man zahlreiche kleine, dunkle Körnchen, unter denen hin und wieder eines sich durch etwas bedeutendere Grösse oder stärkeres Lichtbrechungsvermögen wie ein Kernkörperchen ausnimmt. Wenn man die graue Masse eines Querschnittes zerzupft hat, bisweilen aber auch ohne Weiteres, kann man sich davon überzeugen, dass die eben geschilderten Kerne in Zellen enthalten sind, deren Umfang den der Kerne nur wenig übertrifft und gewöhnlich spindelförmig ist; von den Enden der Zellen gehen oft feine, linienartige Fortsätze aus, an denen durch Carmin keine Färbung wahrgenommen werden konnte. In vielen Fällen ist es mir gar nicht möglich gewesen, die Contouren der Zellen selbst wahrzunehmen; es hatte vielmehr das Aussehen, als lägen die Kerne frei in der Grundsubstanz; nach der üblichen Anschauung wird man dann annehmen dürfen, dass die Zellen selbst mit der Grundsubstanz völlig verschmolzen seien und bloss die Kerne ihre Selbständigkeit bewahrt hätten. — Diese Bindegewebskörperchen liegen am dichtesten in der Umgebung der epithelialen Auskleidung des Centralcanales, namentlich am oberen äusseren Umfange desselben, wodurch die Umgebung des Centralcanales oft eine fast regelmässig dreieckige Begrenzung zeigt; übrigens muss ich gestehen, dass ich die Kerne der Epithelialzellen von denen der Bindegewebskörper nicht zu unterscheiden verstehe. Sollte man darin eine Berechtigung finden, die ausser den kegelförmigen, weiter oben beschriebenen Zellen dem Centralcanal zunächst liegenden Körper zum Epithel zu ziehen, so wüsste ich dagegen keinen stricten Beweis anzuführen. Ausser an der angegebenen Stelle finden sich nun auch noch die Bindegewebskörper fast durch die ganze graue Masse in reichlichster Menge verbreitet; nur in der Fortsetzung, welche vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes herabsteigt,

sind sie spärlicher vorhanden, oder fehlen auch ganz. — Owsiannikow beschreibt die Zellen, welche er zum Bindegewebe rechnet, ganz und gar nicht, sondern sagt eben nur, dass welche vorhanden und mit feinen Fasern, die die graue Masse nach verschiedenen Richtungen durchsetzen, verbunden seien. Wenn er angiebt, dass die Bindegewebskörper besonders reichlich die Müller'schen Fasern umgeben („circum cellulas nerveas fibrasque Müllerianas ingenti numero conferta"), [1]) so muss ich das insofern beschränken, als es nur für die Fasern gilt, welche theilweise von der grauen Masse begrenzt werden, und auch da sind die Bindegewebskörper nicht zahlreicher als an anderen Stellen; zwischen den Müller'schen Fasern selbst habe ich keine Bindegewebskörper bemerkt, wohl aber zahlreiche feinere Nervenfasern, deren Durchschnitte bei flüchtiger Beobachtung allenfalls für Bindegewebskörper gehalten werden könnten.

Aus dem Voranstehenden ergiebt sich zur Genüge, dass ich der zuerst durch Bidder zur Geltung gebrachten Behauptnng, dass die graue Masse des Rückenmarkes zu einem Theile aus Bindegewebe bestehe, in welche Nervenzellen und Nervenfasern eingelagert seien, unbedingt beistimme. Dennoch muss ich hervorheben, dass gegenwärtig die Frage, ob irgend welche in der grauen Masse vorkommende Fasern und Zellen Bindegewebs- oder Nervenfasern und Bindegewebskörper oder Nervenzellen seien, noch nicht in allen Fällen mit Sicherheit wird beantwortet werden können, weil wir bis jetzt noch eine viel zu wenig umfassende Kenntniss von den Verschiedenheiten besitzen, welche sowohl die Nervenfasern und Nervenzellen, als auch die Bindegewebskörper entweder bloss im Körper des Menschen, geschweige denn in dem der Thiere darzubieten vermögen. Das einzige, über jeden Zweifel erhabene Kriterium, um eine Zelle oder Faser als Nervenzelle oder Nervenfaser anzusprechen, wäre der Nachweis des Zusammenhanges dieser Theile mit unzweifelhaften, d. h. markhaltigen Nervenfasern; allein so klar diese Forderung gestellt sein mag, so unmöglich

1) A. a. O. S. 24.

scheint es, mit unseren gegenwärtigen Hülfsmitteln derselben nachzukommen, und wir würden jedenfalls in Irrthümer verfallen, wollten wir alle Zellen und Fasern, bei denen ein solcher Zusammenhang zur Zeit sich nicht demonstriren lässt und vielleicht auch gar nicht besteht, als nervige Bestandtheile streichen. Der allein unter den obwaltenden Verhältnissen offen bleibende Weg, um zum Ziel zu gelangen, scheint mir der zu sein, dass sowohl beim Menschen alle einzelnen Theile des ganzen Nervensystems, als auch das Nervensystem der Thiere, namentlich der Wirbelthiere, einer eingehenderen Untersuchung unterworfen werden, als es bisher geschehen ist. Ich bin der Ueberzeugung, dass man auf diesem Wege bald sichere Grundlagen der Entscheidung gewinnen wird. — Wenn ich oben mit Bestimmtheit gewisse Zellen als Bindegewebskörper angesprochen habe, so ist das namentlich im Hinblick auf vergleichendhistologische Beobachtungen geschehen. Es giebt Thiere (z. B. *Mus musculus*),[1] bei denen alle markhaltigen Fasern der Spinalnerven in ihren primitiven Scheiden sog. Kerne oder Bindegewebskörper enthalten; dieselben Körper mit unveränderten Eigenschaften treten auch in der weissen Masse des Rückenmarkes und endlich auch in der grauen Masse auf; auch beim Menschen kommen Nerven mit solchen Fasern vor z. B. der Nervus oculomotorius.[2] Bei *Petromyzon* habe ich nun zwar in den Spinalnerven keine kernhaltigen primitiven Scheiden beobachten können, allein die als Bindegewebskörper bezeichneten Zellen der grauen Masse stimmen so sehr mit den Kernen an den primitiven Nervenfaserscheiden der Maus und des Menschen überein, und gleichen den Zellen der Pia mater bis auf die etwas geringere Grösse so sehr, dass ihre Identität keinem Zweifel weiter unterworfen bleibt.

So sicher ich überzeugt bin, dass die eben besprochenen Zellen zum Bindegewebe gehören, eben so bestimmt muss ich

---

1) Ueber das Rückenmark der Maus sollen demnächst ausführlichere Mittheilungen durch die Inauguraldissertation des Dr. Bochmann gemacht werden.

2) Ueber die Beschaffenheit des Nervus oculomotorius werde ich binnen Kurzem hoffentlich weitere Aufschlüsse geben können.

behaupten, dass alle übrigen Zellen der grauen Masse (natürlich mit Ausschluss der Epithelialzellen des Centralcanales) Nervenzellen sind. Ich habe unter Berücksichtigung der Grössen- und Längenverhältnisse drei Arten von Nervenzellen unterschieden; ebenso viele nimmt Jacubowitsch[1]) an, ich kann mich jedoch nicht in Uebereinstimmung mit seinen Benennungen erklären, weil dieselben Urtheile einschliessen, welche mir weit über die gesicherten histologischen Beobachtungen hinauszugehen scheinen Am ehesten liessen sich vielleicht noch die Namen: „Bewegungs-" und „Empfindungszellen" rechtfertigen; den ersteren könnten die äusseren grossen, den letzteren die kleinen Nervenzellen im Rückenmark des *Petromyzon* zugezählt werden. Sollen nun die inneren grossen Nervenzellen als sympathische bezeichnet werden? Dafür wüsste ich ganz und gar keinen Grund und halte es für passender, sie so lange als Nervenzellen sui generis anzusehen, bis wir über ihre Verbindungen und Analogieen bei anderen Thieren näheren Aufschluss erhalten haben werden.

Die graue Masse des Rückenmarkes wird mit Ausnahme der von ihrer Mitte ausgehenden Fortsetzung, welche nach unten den Umfang erreicht, allseitig von longitudinalen Fasern umgeben. Diese bilden aber im frischen Rückenmark keine weisse, sondern eine farblose Masse, dennoch habe ich den Namen „weisse Masse" öfter gebraucht. In Querschnitten zeigen sich natürlich bloss die Durchschnitte der longitudinalen Fasern und zwar sind dieselben von sehr verschiedenem Durchmesser. Die stärksten Fasern, welche bereits J. Müller beschrieben und abgebildet[2]) und Owsiannikow Müller'sche Fasern genannt hat, liegen einmal in zwei Gruppen von je 6 bis 8 vereint unmittelbar nach aussen von der vom Central-

1) Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarkes. Breslau (1857). S. 2.

2) A. a. O. S. 207. — Ueber den eigenthümlichen Bau des Gehörorganes bei den Cyclostomen, mit Bemerkungen über die ungleiche Ausbildung der Sinnesorgane bei den Myxinoiden. Abhandlungen der königl. Akad. der Wissenschaften zu Berlin. Aus dem Jahre 1837. Berlin 1838. Taf. III. Fig. 2.

canal zur unteren Fläche des Rückenmarkes sich erstreckenden grauen Masse und stossen auch oben direct an die graue Masse, welche hier gleichsam durch die Fasern zurückgedrängt erscheint (Fig. 1 c c.). Die Fasern einer Gruppe haben meist nicht alle denselben Durchmesser; häufig ist ihre Zahl auf beiden Seiten nicht übereinstimmend, dagegen bleibt sie sich gleich durch grössere Strecken des Rückenmarkes, vielleicht sogar durch die ganze Länge desselben. Zwischen ihnen finden sich zahlreiche feine und sehr feine Fasern, aber keine graue Masse; letztere dringt höchstens zwischen die ihr zunächst gelegenen Fasern hinein. Eben solche oder etwas schwächere Fasern liegen ferner über dem äusseren Ende der grauen Masse, gewöhnlich in geringerer Zahl, 2—3; endlich finden sie sich, doch meist schon von viel geringerem Durchmesser, zerstreut im ganzen äusseren Abschnitt des Rückenmarkes und erstrecken sich von hier längs der unteren Fläche bis in die Nähe der zuerst erwähnten Gruppen. — Gegen das hintere Ende des Rückenmarkes nehmen alle diese Fasern an Durchmesser ab und können zuletzt von den übrigen Fasern nicht mehr unterschieden werden; nach vorne bleiben sie unverändert an Stärke und gehen so in das Gehirn hinein. Owsiannikow giebt den Durchmesser der Müller'schen Fasern im Schwanz zu 0,0037''', in der Mitte des Rückenmarkes zu 0,0113''' und in dem vorderen Ende zu 0,022''' an;[1]) Stilling, welcher 8—10 Fasern in den inneren Gruppen zählt, bestimmt ihren Durchmesser auf $^1/_{30}$—$^1/_{20}$''';[2]) ich fand an Querschnitten aus den mittleren Theilen des Rückenmarkes in den inneren Gruppen Durchmesser von 0,00765'''—0,0230'''. Wie die Müller-schen Fasern im Schwanztheil des Rückenmarkes beginnen und wie sie im Gehirn enden, habe ich nicht ermittelt oder nicht ermitteln können. Owsiannikow meint, dass sie nicht vom äusseren Umfange des Rückenmarkes, sondern in seinem Inneren von grossen Nervenzellen (im Schwanztheil) entspringen, in der Medulla oblongata in grosse runde Nervenzellen über-

---

1) A. a. O. S. 21
2) A. a. O. S. 836.

gehen und während ihres Verlaufes durch das Rückenmark in bestimmten Zwischenräumen von eingeschobenen Nervenzellen unterbrochen werden.[1]) Abgesehen von dem Verhalten der Fasern in der Medulla oblongata, welches ich nicht untersucht habe, ist Owsiannikow's Meinung nicht richtig. Er glaubt sie aber durch folgende Angaben gerechtfertigt zu haben: „Porro a nobis nonnulla observata sunt segmenta transversa, in quibus lacunae, fibris Muellerianis destinatae, non fibrarum ipsarum segmentis transversis, sed cellulis rotundis, quarum nucleos atque nucleolos plane cognoscere poteramus, erant impletae. Praecipue ad posteriorem medullae spinalis finem pro fibris cellulas majores invenimus, quarum latitudinem demum ulteriore ad caput decursu adauctam animadvertere licuit." An den Stellen, an welchen die Müller'schen Fasern (d. h. die der inneren Gruppen) liegen, finden sich niemals Nervenzellen, wohl aber häufig über ihnen und von ihnen durch eine schmale Schicht grauer Masse getrennt; es sind die oben als innere grosse Nervenzellen aufgeführten. Wenn man aus einem Stück des Rückenmarkes unmittelbar auf einander folgende Querschnitte anfertigt und sie der Reihe nach untersucht, so findet man, dass in einem Querschnitt z. B. auf einer Seite eine grosse Nervenzelle neben der Mittellinie, über den Müller'schen Fasern, bloss durch eine dünne Lage grauer Masse von ihnen getrennt, liegt, im folgenden Querschnitt fehlt auf derselben Seite eine solche Zelle, statt ihrer ist vielleicht auf der anderen Seite eine vorhanden; in dieser Weise sieht man bei weiterer Prüfung der Querschnitte einen fortwährenden Wechsel in dem Auftreten und Verschwinden der grossen Nervenzellen. Ich vermuthe, dass Owsiannikow hierdurch veranlasst worden ist zu glauben, dass die grossen Nervenzellen an die Stelle der einen oder der anderen Müller'schen Faser rückten oder dass diese von jenen unterbrochen würden. Allein dem ist nicht so; wenn man die Müller'schen Fasern (ich spreche immer nur von denen der inneren Gruppen) zählt, kann man sich leicht überzeugen, dass ihre Zahl in auf einander fol-

1) A. a. O. S. 21. 22.

genden Querschnitten sich gleich bleibt, mögen über ihnen grosse Nervenzellen vorhanden sein oder nicht. Im Schwanztheil des Rückenmarkes sind die inneren grossen Nervenzellen in der That etwas reichlicher vorhanden und näher zusammengerückt, aber auch hier ist, wenigstens so lange die Müller-schen Fasern sich noch von den umgebenden unterscheiden lassen, durchaus keine Beziehung der Fasern zu den Zellen nachzuweisen, ja es sind beide Theile vielmehr hier durch eine viel dickere Schicht grauer Masse von einander geschieden. Die inneren grossen Nervenzellen sind aber auch dann noch vorhanden, wenn die Müller'schen Fasern sich nicht mehr durch ihren Umfang vor den umgebenden auszeichnen. Ebenso wenig als bei den inneren Müller'schen Fasern habe ich jemals bei den sonst vorkommenden in ihrem Lumen statt eines Axencylinders eine Nervenzelle wahrgenommen. Aus meinen Untersuchungen von Querschnitten und Längsschnitten, von welchen letzteren später noch die Rede sein wird, habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die Müller'schen Fasern ohne Unterbrechung die ganze Länge des Rückenmarkes durchziehen; wobei ich jedoch immer noch einräume, dass sie im Gehirn von Nervenzellen ausgehen und vielleicht auch im Schwanztheil an solchen enden mögen; an letzterem Orte sind es dann aber höchst wahrscheinlich andere Zellen als die inneren grossen.

An allen übrigen Stellen des Rückenmarkes sind die Fasern von geringerem Durchmesser, höchstens 0,005''' breit, dabei aber variiren sie immer noch sehr bedeutend. Im vorderen Theil des Rückenmarkes bemerkt man, dass über der Mitte der grauen Masse breitere Fasern in reichlicher Menge vorhanden sind und bogenförmig von jeder Seite her durch eine Anhäufung feinerer Fasern, welche von der grauen Masse bis zur oberen Fläche des Rückenmarkes reicht, umschlossen wird.

Alle bisher erwähnten Fasern zeigen ein deutliches, meist kreisförmiges Lumen und in demselben einen Axencylinder, der im Querschnitt am häufigsten kreisförmig oder halbmondförmig, bisweilen elliptisch oder viereckig oder auch ganz unregelmässig erscheint, und fast immer bei Weitem das Lumen der respectiven Faser nicht ausfüllt; es kamen mir jedoch auch

Fälle vor, in denen der Axencylinder das ganze Lumen der Fasern einnahm, und zwar ereignete sich dieses nicht blos bei schmäleren, sondern auch bei den stärksten Fasern; ich beobachtete es z. B. einmal in fast allen Müller'schen Fasern der inneren Gruppe. Wenn die Axencylinder dem Lumen der Faser an Umfang zurückstehen, sieht man nicht selten feine, bisweilen sich theilende Fäden von den Axencylindern zur inneren Wandung der Fasern ausgespannt (Fig. 11.). Ich kann diese Fäden für nichts Anderes halten, äls für Bildungen, welche durch die Einwirkung der Chromsäure entstanden sind. In einigen Präparaten bemerkte ich an den Axencylindern der Müller'schen Fasern, dass ihr Centrum, ziemlich scharf umschrieben, eine dunkle Färbung besass (Fig. 11.); dasselbe ist auch von Owsiannikow[1]) beobachtet worden. Da jedoch diese Erscheinung im Ganzen nur selten auftrat, glaube ich ihr keine weitere Bedeutung zuschreiben zu dürfen und bin vielmehr geneigt, sie auch auf Rechnung des Erhärtungsmittels zu setzen.

Ausser den bisher erwähnten Fasern mit ihren Axencylindern finden sich immer noch sehr viele feine Axencylinder, die dicht von der Substanz umfasst werden, welche die Wandungen der übrigen Fasern bildet oder sie unter einander verbindet; es ist ganz dasselbe Bild, welches quer durchschnittene elastische Fasern im Bindegewebe darbieten. Derartige Axencylinder kommen überaus zahlreich in allen Theilen des Rückenmarkes, welche der weissen Masse höherer Wirbelthiere entsprechen, hin und wieder auch in der grauen Masse, und besonders zahlreich und fast allein an der Oberfläche des Rückenmarkes vor. Dass es wirklich Axencylinder und nicht etwa elastische Fasern sind, schliesse ich daraus, dass sie durch Carmin ganz ebenso gefärbt werden, wie unzweifelhafte Axencylinder, und dass im Rückenmark von *Petromyzon* überhaupt keine elastischen Fasern, wie weiter unten gezeigt werden soll, vorkommen.

In neuerer Zeit scheint man nach dem Vorgange von Bidder

1) A. a. O. S. 21.

und Kupffer[1]) im Allgemeinen geneigt zu sein, die Nervenfasern in solche, welche eine Hülle besitzen, und in solche, die derselben entbehren, zu unterscheiden; für eine derartige Eintheilung hat sich z. B. auch M. Schultze entschieden.[2]) Ein Unterschied in der Umhüllung der Nervenfasern besteht nun auch jedenfalls; davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man einen Querschnitt aus der weissen Masse des Rückenmarkes mit einem Querschnitt eines Spinalnerven vergleicht. Im letzteren Fall erkennt man freilich an den Stellen, an welchen benachbarte Nervenfasern sich unmittelbar berühren, auch nur eine einfache Substanzlage, welche der Ausdruck der Wandungen der einen und der anderen Faser ist. Wo dagegen zwischen den Fasern Zwischenräume bleiben, sieht man namentlich an Präparaten, die mit Carmin behandelt worden sind, dass die Wandungen, welche intensiv roth gefärbt sind, vor der Ausfüllungsmasse, die heller gefärbt erscheint, ihre Selbstständigkeit bewahren. In der weissen Masse des Rückenmarkes ist dagegen von einer solchen Abgrenzung nichts zu erkennen: sie entspricht vollkommen der von Bidder und Kupffer gegebenen Beschreibung.[3]) Ein anderer Umstand ist die Isolirbarkeit der Fasern der peripherischen Nerven, während die Fasern des Rückenmarkes gar nicht oder nur höchst unvollständig getrennt werden können. In letzterer Hinsicht habe ich es vergebens versucht, durch Behandlung des in Chromsäure erhärteten Rückenmarkes von *Petromyzon* mit verschiedenen Stoffen eine Zerlegung in einzelne Fasern zu ermöglichen. Kalilösung von verschiedener Concentration, sowohl kalt als warm angewandt, liess das Rückenmark nur noch leichter in kleine Stücke zerbröckeln, als dies schon beim Zerzupfen eines bloss in Chromsäure aufgehobenen Präparates geschieht. Schwefel- und Salpetersäure gaben kein günstiges Resultat. Am meisten schien noch längere Zeit fortgesetzte Maceration in ver-

1) A. a. O. S. 25.

2) Observationes de retinae structura penitiori. Bonnae 1859. p. 22.

3) A. a. O. S. 38.

dünnter Essigsäure, welche ich auf Moleschott's Empfehlung[1]) in Anwendung zog, leisten zu wollen, indem dadurch das Rückenmark sich wenigstens in bandartige Streifen zerlegen liess uud nicht so leicht der Quere nach zerriss. Eine nähere Untersuchung der erhaltenen Streifen lehrte jedoch, dass Axencylinder, gröbere und feinere, allerdings in grosser Menge frei geworden waren, aber vollständige Fasern, etwa mit solchen Scheiden, wie sie aus Spinalnerven so leicht darzustellen sind, konnte ich durchaus nicht erhalten. Es ist übrigens nicht immer so einfach, einen Axencylinder bestimmt als solchen zu erkennen und nicht etwa für eine ganze Faser zu halten, zumal bei *Petromyzon* die Nervenfasern und die Axencylinder so sehr variable Dimensionen darbieten. Bei dem Zerzupfen der weissen Masse des Rückenmarkes werden die Axencylinder mitunter in longitudinaler Richtung so geknickt, dass der Anschein entsteht, als hätte man eine Faser mit einem feinen Axencylinder vor sich. Kann man die Untersuchung über grössere Strecken ausdehnen, so lässt sich in der Regel die Wahrheit sicher constatiren. An den Enden der isolirten Streifen erkennt man nicht die geringste Spur eines Zerfalls in einzelne Fasern; es ragen blos Axencylinder in grosser Menge aus ihnen hervor. Ich bin demnach auch der Ueberzeugung, dass die Wandung der Fasern des Rückenmarkes eine andere ist, als z. B. die der Spinalnervenfasern; demnach finde ich in dieser Abweichung keinen Grund, zwei Arten von Fasern als wesentlich verschieden einander gegenüberzustellen. Die Bedenken, welche ich gegen eine solche Unterscheidung erhebe, beruhen vorzugsweise auf genetischer Basis. Bidder hat durch gemeinschaftliche Beobachtungen mit Reichert bereits im Jahre 1847 gezeigt, dass die Fasern peripherischer Nerven (des N. trigeminus) in der Weise entstehen, „dass in einer anfangs ganz gleichmässigen, mit gewissen Formen des Bindegewebes übereinstimmenden Grundmasse Röhren oder Canäle ausgehöhlt werden.“[2]) Es besitzen also die Fa-

1) Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen. Jahrg. 1859.

2) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den

sern bei ihrem ersten Auftreten noch keine von der ganzen Masse, in welcher die Bildung vor sich geht, geschiedene Wandung, die als Scheide bezeichnet werden könnte; letztere gewinnt erst später dadurch ihre Selbständigkeit, dass „in der Grundmasse Trennungen vor sich gehen, wodurch die jene Röhren umgebenden Substanzen sich unter einander und von der etwa als Rest unverbraucht gebliebenen Bindesubstanz abgrenzen.“ Auf einer früheren Entwickelungsstufe stimmen mithin die peripherischen Fasern mit den Fasern des völlig ausgebildeten Rückenmarkes ganz überein; wenn nun auch später dadurch eine Differenz eintritt, dass in dem einen Fall aus dem Bindegewebe sich eine selbständige Scheide sondert, welche die Isolirbarkeit der Faser bedingt, in dem anderen diese weitere Entwickelung unterbleibt, so kann ich darin eben weiter nichts sehen als verschiedene Entwickelungsstufen einer und derselben Anlage. Mag die Umhüllung der Nervenfasern selbständig werden oder unselbständig bleiben, sie ist immer nur ein accessorisches Gebilde, das zu dem Hauptbestandtheil der Fasern, den Axencylindern, vom morphologischen Standpunkte aus eine gleichgültige Stellung einnimmt. Nach den gegenwärtigen Erfahrungen kann eine Nervenfaser in dem gewöhnlichen Sinne nicht mehr als ein Formelement angesehen werden; sie ist vielmehr ein zusammengesetztes Gebilde, dessen Wandung gar nicht zum Nervengewebe gehört. Es erscheint daher unstatthaft für die Nervenfasern, deren specifische Natur jedenfalls im nervigen Bestandtheil steckt, eine Unterscheidung nach Modificationen unwesentlicher Theile vorzunehmen. Dagegen kann die Unterscheidung von markhaltigen und marklosen Nervenfasern wenigstens so lange für berechtigt angesehen werden, als die Vermuthung Bidders, dass das Mark von den Nervenzellen geliefert werde,[1]) keine Widerlegung gefunden hat.

Nervenfasern. Leipzig 1847. S. 59. — Die abweichenden Angaben, welche Kölliker (Handbuch der Gewebelehre des Menschen. Dritte Auflage. Leipzig 1859. S. 346) über die Entwickelung der Nerven giebt, bin ich ausser Stande zu vertreten.

1) A. a. O. S. 62.

Nach den interessanten Beobachtungen, welche Stannius über das Nervensystem von *Petromyzon* gemacht hat, würden bei diesem Fisch gar keine markhaltigen Nervenfasern vorkommen.[1]) Bei meinen Untersuchungen ist mir nun zwar auch nichts begegnet, was als Nervenmark angesehen werden könnte, dagegen verdient es jedenfalls Beachtung, dass in einem und demselben Präparate einmal sehr zahlreiche Nervenfasern existiren, deren Axencylinder einen viel geringeren Raum einnehmen, als die respectiven Fasern, dann aber auch ebenso viele Nervenfasern angetroffen werden, deren Axencylinder dem Durchmesser der Fasern gleichkommen. Für Ersteres könnte man eine Erklärung in der Zusammenziehung finden, welche die Chromsäure auf nervige Bestandtheile ausübt. Aber dann wäre nicht einzusehen, wie Letzteres gleichzeitig bestehen könnte. Bei dem Mangel von Beobachtungen an frischen Nerven des *Petromyzon* mag es mir gestattet sein, zur Beseitigung des eben angedeuteten Widerspruches an die Möglichkeit zu erinnern, dass das Mark in den Nervenfasern von *Petromyzon* vielleicht bloss nicht, wie bei anderen Wirbelthieren eine ölige Beschaffenheit, sondern eine mehr wässrige besitze.

Zwischen den longitudinalen Fasern treten hin und wieder Nervenzellen auf, welche an Form und Grösse meist mit den oben beschriebenen kleinen Nervenzellen genau übereinstimmen, selten aber auch grösser sind und fast die Dimensionen der grossen äusseren Nervenzellen der grauen Masse erreichen. Derartige Zellen kommen auf einem Querschnitt gewöhnlich ganz vereinzelt, bisweilen aber auch zu zweien oder dreien vor. Am häufigsten bemerkte ich eine solche Zelle ganz nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes (Fig. 1 m., Fig. 5 b.); öfter befand sich eine weiter ab vom äusseren Rande, entweder auf dem halben Wege zwischen diesem Rande und der grauen Masse oder dieser oder jenem näher. Nur einmal sah ich eine Zelle über dem Centralcanal, gerade in der Mittellinie, fast in der Mitte zwischen dem oberen Rande der grauen Masse und

1) Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. No. 8. 6. Mai 1850. S. 90. 91.

dem oberen Rande des Rückenmarkes. Selten fand ich auch noch eine Zelle zwischen den inneren Müller'schen Fasern. In manchen Fällen waren die Fortsätze, welche von diesen Zellen ausgingen, über grosse Strecken zu verfolgen; namentlich sah ich das an den Zellen, welche zwischen dem äusseren Rande des Rückenmarkes und dem äusseren Ende der grauen Masse sich befanden (Fig. 5 b. c.). Owsiannikow erwähnt diese Zellen nicht und Stilling bemerkt ausdrücklich: „Bei *Petromyzon*, der Lachsforelle u. A. habe ich Nervenzellen in den weissen Strängen nicht mit absoluter Sicherheit, so wie bei anderen auffinden können.“ [1]) Nichtsdestoweniger sind diese Zellen gar nicht selten an Querschnitten zu beobachten, und muss ich namentlich behaupten, dass ihr Vorkommen in der Nähe des äusseren Randes des Rückenmarkes beinahe constant ist. Ueber die Beziehungen, welche diese Zellen zum ganzen Rückenmark haben mögen, lässt sich zur Zeit kaum eine Vermuthung aussprechen.

Zwischen den Querdurchschnitten der longitudinalen Fasern bemerkt man ausser hin und wieder der Schnittfläche nach verlaufenden verschiedenen Axencylindern auch noch eine bald mehr, bald weniger deutlich ausgesprochene Streifung, deren Richtung im Allgemeinen radiär von der grauen Masse zu der Oberfläche des Rückenmarkes hin geht. Wie diese Streifung zu deuten sei, kann ich nicht mit Sicherheit angeben; ich möchte jedoch glauben, dass zu ihrem Zustandekommen verschiedene Momente beitragen: einmal könnte sie wenigstens theilweise auf sehr feine, zwischen die longitudinalen Fasern hindurchstreichende Axencylinder zu beziehen sein, dann die Beschaffenheit des Bindegewebes zwischen den Nervenfasern angeben, ferner als durch das Schneiden hervorgerufen angesehen werden und endlich wenigstens mitunter als optisches Trugbild gelten. Wenngleich durch diese Bemerkungen nichts gewonnen zu sein scheint, so muss ich noch hinzufügen, dass ich die Möglichkeit, es würde die Streifung durch elastische Fasern bedingt, ausschliesse. Bidder nimmt im Rückenmark elastische und

1) A. a. O. S. 851.

spirale Fasern an;[1]) ich kann ihm hierin nicht beistimmen. Das einzig sichere Kriterium, um die Gegenwart von elastischen oder spiralen Fasern zu constatiren. ist, so viel mir bekannt, ihre Resistenz gegen erwärmte Kalilösung, welche andere, etwa mit ihnen zu verwechselnde Gewebstheile bald rascher, bald langsamer auflöst oder wenigstens unsichtbar macht. Ich habe daher zu wiederholten Malen sowohl Längs- als Querschnitte und längere Stücke des ganzen Rückenmarkes der Einwirkung einer Kalilösung mit gleichzeitigem Erwärmen unterworfen. Eine Zeit lang liessen sich dann noch die Nervenzellen und die Axencylinder erkennen; später verwandelte sich Alles in eine leimartige, gelbliche Masse, welche durch Druck ein maschiges Aussehn annahm. Noch weiter fortgesetztes Erwärmen unter Zusatz von neuer Kalilösung brachte die Masse zum Zerfliessen. Von elastischen oder spiralen Fasern konnte während dieses ganzen Vorganges keine Spur entdeckt werden.

Blutgefässe habe ich sowohl bei der Beobachtung von Querschnitten, als auch bei der von Längsschnitten im Rückenmark selbst nur in sehr geringer Menge wahrgenommen, reichlicher treten sie dagegen in der Medulla oblongata auf und können dann mit Leichtigkeit meist schon daran erkannt werden, dass sie noch Blutkörperchen enthalten. Ihre schlaffen Wandungen sind sehr zart, bilden meist Falten und werden von Carmin nicht sehr intensiv gefarbt. Die geringe Menge von Blutgefässen im Rückenmark von *Petromyzon* war mir höchst auffallend, da ich das abweichende Verhalten an dem Rückenmark anderer Thiere sehr wohl kenne und die Behandlung der Präparate mit Terpenthinöl besser als irgend eine bis jetzt angewandte Methode die Blutgefässe als solche erkennen lässt. Demnach muss ich bei meiner Behauptung beharren und kann dem nicht beistimmen, was Owsiannikow sagt: „Denique per totam medullae spinalis telam cellulosam permulta vasa sanguifera inveniuntur.“[2])

Um über das Verhalten der das Rückenmark bildenden

1) Unters. über die Textur des Rückenmarkes. S. 45.
2) A. a. O. S. 25.

nach ihrer Längsrichtung eine Kenntniss zu gewinnen, verdient vor Allem bemerkt zu werden, dass das Rückenmark von *Petromyzon* in seiner ganzen Dicke, welche mit Ausnahme des vorderen Endes sehr gering ist, zur mikroskopischen Untersuchung verwandt werden kann. Längsschnitte nach der horizontalen Ebene habe ich darum auch noch anzufertigen mich bemüht, muss jedoch gestehen, dass sie mir nur theilweise gelungen sind und im Ganzen nur wenig mehr erkennen liessen, als das Rückenmark in seiner ganzen Dicke. Viel leichter und von wünschenswerthester Feinheit lassen sich dagegen Längsschnitte in verticaler Ebene anfertigen.

An einem Stück des in ganzer Dicke vorliegenden, durch Terpenthinöl durchsichtig gemachten Rückenmarkes erkennt man in der Mitte den Centralcanal, dessen Lumen scharf begrenzt und in zolllangen Strecken an Breite unverändert erscheint. Er bildet mit seiner nächsten Umgebung einen breiten, longitudinalen Streifen, der sich vor dem übrigen Rückenmark durch seine Dunkelheit auszeichnet. Bisweilen erkennt man schon an solchen Präparaten den Strang, welchen ich oben als im Centralcanal liegend angegeben habe; an Längsschnitten, welche den Centralcanal enthalten, kann er oft in unveränderter Gestalt über sehr grosse Strecken verfolgt werden (Fig. 10 b.) und muss dann jeden Zweifel über seine normale Existenz beseitigen.

An Stücken des Rückenmarkes von ursprünglicher Dicke sieht man zu beiden Seiten des Centralcanales einen breiten, sehr lichten Streifen, welcher der inneren Gruppe von Müller'schen Fasern entspricht, indem die schmale Lage von grauer Masse, welche über diese Fasern sich vom Centralcanal nach aussen erstreckt, und die über, unter und zwischen den Fasern der Gruppe liegenden, feinen, longitudinalen Fasern die Durchsichtigkeit nur wenig beschränken und bei der angegebenen Untersuchungsweise durch Verstellung des Focus des Mikroskops völlig zurücktreten können. Aendert man dagegen die Einstellung, so kann man sich wenigstens davon überzeugen, dass die genannten Theile an der in Rede stehenden Stelle vorhanden sind. In dem lichten Streifen erkennt man bei ge-

eigneter Stellung des Focus sehr deutlich die grossen Nervenzellen, welche ich früher als innere bezeichnet habe. Sie zeigen meist kreisförmige oder kurz elliptische Contouren, deren längster Durchmesser im letzteren Fall gewöhnlich die longitudinale Richtung verfolgt. Owsiannikow[1]) und Stilling[2]) haben recht gute Abbildungen von ihnen geliefert. Bisweilen liegen diese Zellen mit ihrem längsten Durchmesser quer, was besonders häufig im vorderen und hinteren Theile des Rückenmarkes zur Beobachtung kam. Von dem vorderen und hinteren Ende der Zellen geht meist ein starker Fortsatz aus, der mit unbedeutender Verschmälerung sich häufig in gerader Richtung nach vorn und hinten über Strecken verfolgen lässt, welche den längsten Durchmesser der Zellen um das Zwei- und Dreifache übertreffen. Niemals bemerkte ich jedoch, dass diese Fortsätze sich verästelten und in directe Verbindung mit anderen Zellen gelangten, was Owsiannikow als einmalige Beobachtung angiebt.[3]) Häufig weicht die Fortsetzung von der geraden Richtung etwas nach aussen ab, selten geht wenigstens einer wagerecht nach aussen. Nur einmal sah ich drei Fortsätze von einer solchen Zelle entspringen; zwei verliefen in gerader Richtung nach vorn und hinten, der dritte, von derselben Breite als die beiden anderen, erstreckte sich nach aussen. Der starken Fortsätze wegen lässt sich der längste Durchmesser der Zellen, welcher ihrer absoluten Länge entspricht, nicht genau angeben, doch können die gefundenen Maasse von 0,018''' bis 0,033''' wenigstens als annähernd genau betrachtet werden. Owsiannikow sagt in der Beschreibung der Längsschnitte: „Cellularum rotundarum maximae 0,026''' par., earum nuclei 0,015''', nucleoli 0,005''' sunt, minores 0,015''', nuclei 0,007''' sunt.“

Nach aussen von dem lichten Streifen folgt jederseits ein meist etwas breiterer dunkler Streif, vor dem bis zum äusseren Rande des Rückenmarkes die Substanz wieder durchsichtiger erscheint. Dieser breite dunkle Streif entspricht dem äusseren

1) A. a. O. Tab. II. Fig. III.
2) A. a. O. Tab. XXIX. Fig. 5.
3) A. a. O. S. 20.

verdickten Theile der grauen Masse mit den zahlreichen grossen, äusseren Nervenzellen in derselben und zeigt sich nach innen und nach aussen scharf abgesetzt, indem sowohl hier als dort Müller'sche Fasern über und unter der grauen Masse liegen; die scharfe Begrenzung kommt daher in der That nicht der grauen Masse allein zu, die vielmehr mit ihren grossen und kleinen Nervenzellen bald mehr, bald weniger nach der einen und der anderen Seite hinübergreift (Fig. 7). In diesem seitlichen dunklen Streifen treten vor Allem die grossen Nervenzellen hervor. Sie haben meist eine spindelförmige Gestalt und liegen überwiegend mit ihrem Längsdurchmesser quer; dazwischen kommen aber auch solche vor, deren Längsdurchmesser die longitudinale oder eine schräge Richtung einnimmt (c.—c′ c″). Die kleinen Nervenzellen werden bei der Untersuchung des Rückenmarkes in ganzer Dicke gewöhnlich übersehen, indem sie theils von den grossen Nervenzellen verdeckt werden, theils ihrer helleren Beschaffenheit wegen überhaupt schwieriger wahrzunehmen sind. An dünnen Längsschnitten in wagerechter Ebene zeigen sie sich dagegen ganz unzweifelhaft (d d.) Was nun die Fortsätze dieser Zellen anbetrifft, so sieht man sie in grosser Menge nach innen und aussen die Grenze des dunklen Streifens überschreiten. Von den nach aussen gehenden Fortsätzen habe ich sehr häufig solche mit aller Deutlichkeit wahrgenommen, welche eine weite Strecke ganz gerade oder wenig schräg oder wellig verliefen und dann, entweder nahe dem äusseren Rande oder weiter von diesem entfernt, plötzlich aufhörten, meist wie abgerissen. Ich glaube mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass sie zum grossen Theil auf dem Wege zu den oberen und unteren Wurzeln entweder wirklich abgerissen waren oder blos dem Auge sich entzogen, weil die Aufänge der Wurzeln in ganz anderen Ebenen liegen als die graue Masse der dunklen Streifen. Diejenigen Fortsätze aber, welche sich dem äusseren Rande des Rückenmarkes bedeutend nähern, können unmöglich zu den Wurzeln in directer Beziehung stehen und entsprechen den bei der Betrachtung der Querschnitte erwähnten radiären Fasern, welche, wie kaum zu bezweifeln, in die longitudinale Richtung übergehen. Wenn

ich bereits oben, als von den Querschnitten die Rede war, des häufigen Vorkommens von Nervenzellen nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes und zwischen diesem und dem äusseren Ende der grauen Masse habe Erwähnung thun müssen, so gewinnt man doch erst bei der Untersuchung des ganzen Rückenmarkes eine vollständige Kenntniss von ihrer Anordnung. An manchen Stellen des Rückenmarkes sieht man nahe dem äusseren Rande eine Zelle hinter der anderen, an anderen Stellen lassen sie grössere Zwischenräume zwischen sich frei. In den meisten Fällen gleichen diese Zellen vollkommen den kleineren Zellen der grauen Masse, in einigen wenigen dagegen hatten sie viel bedeutendere Dimensionen und standen den grossen Zellen nicht nach. Ich bin daher zweifelhaft, ob sie ihrer specifischen Bedeutung nach zu den kleinen oder zu den grossen Nervenzellen gezählt werden sollen, oder ob diese und jene soweit die Grenze der grauen Masse überschreiten. Owsiannikow hat ohne Zweifel die Zellen, von denen eben die Rede ist, auch gesehen, scheint sie aber nur auf die oberen Wurzeln zu beziehen, was wenigstens zum grossen Theil nicht mit Recht geschehen kann; er sagt: „Secundum nervorum, qui radices posteriores constituunt, decursum gangliorum cellulae, latitudine 0,003''' par., longitudine 0,005''' praeditae, subrotundae ac bipolares sunt positae.“[1])

Statt nun von den nach innen gehenden Fortsätzen zu reden, will ich vorher bemerken, dass der ganze Zwischenraum zwischen den beiden seitlichen dunklen Streifen von zahlreichen queren und verschiedenartig schrägen, oft sich kreuzenden Axencylindern durchsetzt wird. Stilling hat hiervon eine ziemlich gute Abbildung geliefert.[1]) Einen Theil dieser Axencylinder kann man mit Leichtigkeit als Fortsätze der Nervenzellen in den dunklen Streifen nachweisen, von anderen gelingt es nicht. Letzteres wird nicht weiter auffallen, wenn man sich erinnert, wie sehr die Fasern der unteren Commissur von der Ebene abweichen können, in welcher die grossen äusseren Nervenzellen liegen. Dass die erwähnten Axencylinder aber wenigstens

1) A. a. O. S. 17.

zum Theil der unteren Commissur angehören, wird nach dem über die Beschaffenheit der Querschnitte Mitgetheilten, und daraus, dass sie entschieden unter den Müller'schen Fasern liegen, nicht bezweifelt werden können. Ich bin aber auch der Ueberzeugung, dass ein anderer Theil der Axencylinder eine hintere Commissur bildet. Ueber ihre Lage zum Centralcanal kann man sich leicht durch veränderte Einstellung des Focus Gewissheit verschaffen und ihre Verbindungen mit kleinen Nervenzellen treten bei der Untersuchung des ganzen Rückenmarkes so häufig und so unzweideutig hervor, dass auch hierüber vollkommene Sicherheit gewonnen werden kann. Die Axencylinder der hinteren Commissur nähern sich viel seltener als die der vorderen der rein queren Richtung und kommen daher nicht wohl bei der Untersuchung von Querschnitten zur Anschauung. Aus Obigem erhellt zur Genüge, dass ich mit Bidder und Kupffer, welche „bei keinem Wirbelthiere" eine obere oder hintere Commissur durch Nervenfasern zugeben,[1]) nicht übereinstimmen kann.

Ausser den nach aussen und nach innen gehenden Fortsätzen der Zellen in den seitlichen dunklen Streifen beobachtet man auch gar nicht selten nach vorn und nach hinten verlaufende, aber meist nur kurze Fortsätze oder Zellen, von denen sich nur nach vorn und nach hinten Fortsätze erstrecken. Ich bin aber nicht im Stande zu behaupten, dass das letztere Verhalten ein normales ist. Owsiannikow meint, dass von den Nervenzellen ausser den queren Fortsätzen immer noch ein dritter zum Gehirn abgehe, also in longitudinaler Richtung sich nach vorn erstrecke. Hiergegen muss ich besonders betonen, dass die Fortsätze dieser Richtung eben so oft nach hinten als nach vorn verlaufen. Den directen Uebergang dieser Fortsätze in die Fasern der weissen Masse, wie ihn Owsiannikow zeichnet,[3]) habe ich nie beobachtet, denn, wenngleich ich sehr häufig Fortsätze der Nervenzellen schräg in die weisse Masse eindringen sah, so entzogen sie sich doch immer sehr bald dem

1) A. a. O. S. 53.
2) A. a. O. S. 20.
3) A. a. O. Tab. II. Fig. III. e.

Auge, noch bevor sie dort die rein longitudinale Richtung angenommen hatten.

Dass man an hinreichend feinen Längsschnitten in wagerechter Ebene auch die Bindegewebskörper zur Anschauung bekommt, bedarf kaum der Erwähnung.

Längsschnitte, welche in einer senkrechten Ebene aus dem Rückenmark genommen werden, bieten der Untersuchung in sofern Vortheile, als sie bei bedeutender Länge von äusserster Dünnheit leicht dargestellt werden können, wenn man das Rückenmark von *Petromyzon*, in eine Spalte eines stärkeren Rückenmarkes eingeklemmt, mit diesem gleichzeitig schneidet. An solchen Schnitten kann man z. B. die Axencylinder mit der grössten Deutlichkeit über Strecken von einem halben Zoll und mehr verfolgen. Nicht weniger klar bieten sich die Bestandtheile der grauen Masse dar und überhaupt sind diese Schnitte ganz ebenso instructiv als Querschnitte, was von Längsschnitten in einer wagerechten Ebene nicht in gleichem Maasse behauptet werden kann; wenigstens bin ich nicht im Stande gewesen, die letzteren ganz untadelhaft und in grösserer Anzahl nach einander aus einem und demselben Stück des Rückenmarkes herzustellen. — An senkrechten Längsschnitten kann man sich ebenso wie an den wagerechten von der constanten, oben bereits erwähnten Beschaffenheit des Stranges in dem Centralcanale überzeugen. Ferner zeigt sich sehr bestimmt, dass die grossen inneren Nervenzellen immer über den Müller'schen Fasern der inneren Gruppe liegen und von ihnen noch durch eine dünne Lage grauer Masse getrennt werden (Fig. 9 d. e., grosse Nervenzellen, b. eine Müller'sche Faser). Die nach vorn und nach hinten abgehenden Fortsätze der grossen Nervenzellen weichen von der longitudinalen Richtung meist etwas ab, indem sie schräg nach oben verlaufen, also eher sich von Müller'schen Fasern entfernen, als ihnen sich nähern.

Ueber die graue Masse mit ihren verschiedenen Bestandtheilen wüsste ich nichts Besonderes anzuführen, dass nicht schon in den früheren Erörterungen erledigt wäre. Dagegen mag noch erwähnt werden, dass man an solchen Längsschnit-

ten gar nicht selten mitten in der weissen Masse, sowohl über als unter der grauen, kleine Nervenzellen antrifft, von denen nach oben und nach unten, also gegen die Oberflächen des Rückenmarkes und gegen die graue Masse, Fortsätze auslaufen, die theils den hinteren Wurzel-, theils den radiären Fasern angehören mögen (Fig. 8 c. d.).. Ausser den entschiedenen Fortsätzen von Nervenzellen sieht man noch von der grauen Masse, namentlich von der, welche den Centralcanal umgiebt, sehr zahlreiche gekrümmte Fasern von meist sehr geringem Durchmesser ausgehen: in manchen Fällen scheint deren Zusammenhang mit den Bindegewebskörpern oder mit den Cylinderzellen des Centralcanales kaum bezweifelt werden zu können, in anderen Fällen hat es vielmehr das Aussehen, als wenn sie von der Substanz, welche zwischen diesen Zellen liegt, ausgehen. Ich muss gestehen, dass ich nicht im Stande bin mit absoluter Sicherheit zu sagen, welches Verhältniss das ausschliesslich bestehende ist, oder ob beide angenommen werden sollen.

Aus den oben im Speciellen mitgetheilten Untersuchungen ergeben sich folgende Resultate:

1) Das Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis L.* erscheint im frischen Zustande nicht weiss, sondern farblos und durchsichtig. Dieses Aussehen rührt davon her, dass die longitudinalen Fasern, welche die graue Masse umgeben, kein derartiges Nervenmark besitzen wie die Fasern der weissen Masse bei den übrigen Wirbelthieren. Ob zwischen den Axencylindern und dem umhüllenden Bindegewebe gar keine dem Mark entsprechende Substanz existire, bleibt ferneren Untersuchungen vorbehalten.

2) Weder eine Fissura longitudinalis inferior, noch eine Fissura longitudinalis superior findet sich bei *Petromyzon.* Statt der letzteren bewirken von der grauen Masse, welche den Centralcanal umgiebt, ausgehende Bindegewebsfasern eine Scheidung in zwei Seitenhälften.

3) Die graue Masse entspricht in ihrer Umgrenzung einigermassen der Form des ganzen Rückenmarkes und weicht

wie diese von der Beschaffenheit des Rückenmarkes der meisten Wirbelthiere auffallend ab. Sie stellt ein plattes Band dar, welches in der Mitte, den Centralcanal umschliessend, und noch stärker in der äusseren Hälfte verdickt, zwischen diesen beiden Stellen am dünnsten ist. Von der Mitte der grauen Masse erstreckt sich bis zur unteren Fläche des Rückenmarkes eine breite Fortsetzung, und erzeugt so unterhalb des Centralcanales eine Scheidung in zwei Seitenhälften.

4) Der Centralcanal hat in den mittleren Theilen des Rückenmarkes ein ovales oder langrundes Lumen, dessen längster Durchmesser senkrecht zur Länge des Rückenmarkes liegt, in dem vorderen und hinteren Ende einen kreisförmigen Umfang. Er liegt immer der unteren Fläche des Rückenmarkes näher als der oberen; am bedeutensten ist diese Verschiedenheit des Abstandes am hinteren Theile des Rückenmarkes.

5) Im Centralcanal findet sich constant ein Strang, der grosse Aehnlichkeit mit einem Axencylinder besitzt.

6) Die graue Masse besteht aus einer granulirt oder gestreift erscheinenden Grundsubstanz, in welcher, von dem Epithel des Centralcanales und von den Axencylindern abgesehen, vier Arten von Zellen liegen:

a) die kleinsten finden sich allenthalben zerstreut und stimmen in ihrem optischen Verhalten mit den sog. Bindegewebskörpern vollständig überein;

b) die Nervenzellen, stets von bedeutender Grösse und meist mit mehreren starken Fortsätzen versehen, lassen nach ihrer Beschaffenheit und Anordnung drei Arten unterscheiden:

α) grosse innere Nervenzellen. Sie liegen neben der Mittellinie im oberen Rande der grauen Masse, haben die Gestalt von abgeplatteten Kugeln und senden meist nach vorn und nach hinten je einen Fortsatz ab, welcher sich im weiteren Verlauf etwas nach aussen und oben wendet. Bisweilen kommt noch ein dritter Fortsatz vor, der gerade nach aussen verläuft. Mit den Müller'schen Fasern stehen sie in dem grössten mitt-

leren Theile des Rückenmarkes in durchaus keiner Beziehung.

β) grosse äussere Nervenzellen. Sie haben sehr verschiedene Formen, meist aber langgestreckte, liegen im äusseren Abschnitt der grauen Masse und senden mehrere Fortsätze, von denen ich höchstens 6 an einer Zelle beobachtet habe, aus. Die Fortsätze sind die Axencylinder der Fasern, welche als untere Wurzeln aus dem Rückenmark hervortreten, die untere Commissur bilden, als radiäre nach aussen verlaufen und höchst wahrscheinlich auch direct in die longitudinalen Fasern übergehen;

γ) kleine Nervenzellen. An Gestalt gleichen sie den vorigen, an Grösse stehen sie ihnen bedeutend nach; sie sind heller, werden von Carmin weniger intensiv gefärbt und liegen theils zwischen den grossen Nervenzellen, theils mehr nach innen als diese. Ihre viel schwächeren Fortsätze gehen zur Eintrittsstelle der oberen Wurzel, bilden radiäre Fasern der hinteren Commissur.

7) Ausser den Nervenzellen der grauen Masse finden sich auch noch andere an vielen Stellen zwischen den longitudinalen Fasern. Am meisten constant sind diejenigen, welche entweder nahe dem äusseren Rande des Rückenmarkes oder zwischen diesem und dem äusseren Ende der grauen Masse angetroffen werden. Sie liegen meist quer und senden ihre Fortsätze zunächst nach innen und nach aussen.

8) Weder die Commissurenfasern noch die Wurzelfasern erreichen die Nervenzellen als Norm in rein querer Richtung.

9) Die longitudinalen Fasern zeigen höchst auffallende Differenzen der Breite. Die stärksten, sog. Müller'sche Fasern, liegen in zwei Gruppen, jederseits eine aus 6—8 Fasern bestehend, neben der Fortsetzung der grauen Masse, welche sich vom Centralcanal zur unteren Fläche des Rückenmarkes erstreckt, ferner über und nach aussen von dem äusseren Ende der grauen Masse. Von den inneren Müller'schen Fasern lässt es sich unzweifelhaft nachweisen, dass sie continuirlich,

aber nach hinten an Durchmesser abnehmend, die ganze Länge des Rückenmarkes durchziehen und, abgesehen von dem unbekannten Anfange und Ende, keine Verbindungen weder mit Nervenzellen noch mit Nervenfasern eingehen. Die Axencylinder der Müller'schen, mitunter auch anderer, starker Fasern erscheinen im Querschnitt sehr unregelmässig, häufig abgeplattet, halbmondförmig, und erfüllen nur selten das Lumen der Fasern.

10) Die Unterscheidung der Nervenfasern des Rückenmarkes von denen der peripherischen Nerven ist aufzugeben, weil die primitive Scheide der letzteren nicht weniger ein accessorisches Gebilde ist als die Umhüllung von Bindegewebe, welche die ersteren besitzen. Blutgefässe kommen im Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis* sehr spärlich, in der Pia mater dagegen sehr reichlich vor.

Dorpat, den 26. Mai 1860.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt aus der Mitte des Rückenmarkes von *Petromyzon fluviatilis.*

a. Centralcanal, von kegelförmigen Epethelialzellen umgeben.
b. Querschnitt des im Centralcanal liegenden Stranges.
c c. Müller'sche Fasern der inneren Gruppe mit ihren Axencylindern.
d. Eine der inneren grossen Nervenzellen.
e e. Aeussere Müller'sche Fasern.
f f. Aeussere grosse Nervenzellen.
g g. Kleine Nervenzellen.
h. Bindegewebskörper.
i. Bindegewebsstrang, vom Centralcanal zur oberen Fläche des Rückenmarkes aufsteigend.
k. Axencylinder der unteren Commissur.
l. Fortsatz einer grossen äusseren Nervenzelle, zur Eintrittsstelle der unteren Wurzeln verlaufend.
m o. Nervenzellen zwischen den longitudinalen Fasern.
n. Fortsetzung der grauen Masse zur unteren Fläche des Rückenmarkes.
p. Eine kleine, dunkle Nervenzelle.

Fig. 2. Desgleichen.

a. Aeusseres Ende des Schnittes, dem seitlichen Rande des Rückenmarkes entsprechend.

b. Eine der inneren Müller'schen Fasern.

c. Die graue Masse im Umriss.

d. Eine grosse äussere Nervenzelle mit zwei Fortsätzen, von denen der eine

e. zur Insertionsstelle der unteren Wurzel, der andere

f. zur unteren Commissur verläuft.

g. Eine Faser der unteren Wurzel.

Fig. 3. Desgleichen.

a) Centralcanal.

b. Aeusserer Rand des Rückenmarkes.

c c c c. Innere Müller'sche Fasern.

d. Graue Masse im Umriss.

e. Eine äussere grosse Nervenzelle, von der

g. ein Axencylinder bis in die Nähe des Seitenrandes des Rückenmarkes verläuft.

g' g' Aehnliche Axencylinder, deren Zusammenhang mit Nervenzellen aber nicht beobachtet wurde.

f. Eine äussere grosse Nervenzelle, von der zwei längere Fortsätze oder Axencylinder ausgehen, der eine

h. wird zu einer Faser einer unteren Spinalnervenwurzel, der andere

i. trägt zur Bildung der unteren Commissur bei, zu der auch

k k l. als Axencylinder ohne erkennbaren Zusammenhang mit Nervenzellen gehören.

Fig. 4. Desgleichen.

a. Centralcanal.

b b. Zwei innere Müller'sche Fasern im Durchschnitt.

c. Eine kleine Nervenzelle, von der

d. ein Fortsatz wie zur Bildung einer oberen Commissur nach innen verläuft.

Fig. 5. Desgleichen.

a. Seitlicher Rand des Rückenmarkes.

b. Eine hart an diesem Rande liegende Nervenzelle, von der

c. ein langer Fortsatz gerade nach innen,

d. ein kürzerer nach aussen und ein dritter

d' nach unten verläuft.

Fig. 6. Desgleichen.

e. Oberer Rand des Rückenmarkes.

f. Eine kleine Nervenzelle mit

g einem Fortsatze zur Insertionsstelle der oberen Spinalnervenwurzeln.

Fig. 7. Theil eines horizontalen Längsschnittes vom Rückenmark des *Petromyzon fluviatilis L.*

a. Eine innere (durchscheinende),

b. eine äussere Müller'sche Faser.

c c. Aeussere grosse Nervenzellen, deren Längsdurchmesser von links nach rechts geht;

c' c'' eben solche Zellen, mit von vorn nach hinten sich erstreckendem oder schräg liegendem Durchmesser.

d d. Kleine Nervenzellen.

e. Lücken neben den grossen Nervenzellen.

Fig. 8. Verticaler Längsschnitt desselben Rückenmarkes.

a. Der Raum, welchen die über der grauen liegende weisse Masse einnimmt.

b. Der unter der grauen Masse liegende Abschnitt der weissen. In der grauen Masse liegen grosse und kleine Nervenzellen und Bindegewebskörperchen.

c. Eine mitten in der weissen Masse oberhalb der grauen liegende Nervenzelle.

d. Eine eben solche unterhalb der grauen Masse.

e. Eine kleine Nervenzelle, deren Fortsatz sich nach oben, wahrscheinlich zu einer oberen Spinalnervenwurzel erstreckt.

f f f. Nach unten verlaufende Fortsätze der grossen Nervenzellen zu unteren Spinalnervenwurzeln oder zur unteren Commissur.

g g. Lücken neben den grossen Nervenzellen, ohne Zweifel erst bei der Erhärtung des Rückenmarkes entstanden.

k. Bindegewebskörperchen.

Fig. 9. Verticaler Längsschnitt desselben Rückenmarkes.

a. Eine Faser der oberhalb der grauen liegenden, weissen Masse.

b. Eine innere Müller'sche Faser.

c c. Graue Masse.

d e. Zwei innere grosse Nervenzellen.

Fig. 10. Centralcanal aus dem Rückenmark von *Petromyzon fluviatilis L.*

a. Lumen desselben.

b. Ein in demselben vorkommender Strang.

Fig. 11. Querdurchschnitt zweier Müller'schen Fasern, in denen von dem Axencylinder, dessen Centrum dunkler erscheint, einfache oder verästelte Fäden bis an die Höhlenwandung sich erstrecken.

Fig. 12. Bindegewebskörper der Pia mater.

Fig. 13. Ein Blutgefäss der Pia mater aus einem Chromsäurepräparat mit wohl erhaltenen Blutkörperchen.

Fig. 14. Einige Zellen der zwischen Pia mater und Dura mater liegenden Substanz.

Wagenschieber sc.



Wagenschieber sc.